

CT 280005

Apparition d'une déficience magnésienne sur cotonnier au Nord Bénin

par A. JOLY*

RÉSUMÉ

Certains rougissements prématurés du feuillage des cotonniers observés depuis quelques années au Nord-Bénin peuvent être attribués à l'apparition d'une déficience en magnésium, directe ou induite par la fertilisation potassique.

L'étude des bilans minéraux des systèmes de production semi-intensifs actuellement pratiqués, et les analyses de feuilles et de sol, confirment la latence d'une déficience en magnésium, élément dont l'évolution déficitaire est parallèle à celle des autres cations.

Les symptômes et les effets de cette déficience sur le cotonnier ont été reproduits et étudiés en culture hydroponique ; on a essayé également de préciser le niveau critique des teneurs en magnésium dans les pétioles, et les interactions de cet élément avec les autres cations K^+ et Ca^{++} . Il semble en première approximation que le seuil critique puisse être fixé entre 0,25 et 0,30 % de Mg dans les pétioles.

Une enquête par analyse foliaire a montré la probabilité d'une déficience en Mg sur 12 % des champs testés, avec une accentuation de cette fréquence dans le Sud-Borgou (22 %). Un antagonisme $K \times Mg$ au niveau de la plante a également été mis en évidence.

Enfin, des essais de fertilisation magnésienne ont montré que des apports de magnésie pouvaient significativement améliorer la réponse à la fertilisation potassique, trop souvent nulle ou négative dans cette région par suite de l'induction d'une déficience magnésienne latente.

Depuis quelques années, certains essais ou champs de coton du Nord Bénin, présentent des rougissements prématurés du feuillage qui se traduisent par une chute précoce de feuilles et d'organes fructifères, une réduction du cycle et probablement une baisse de production.

L'observation de ces symptômes a fait penser à la possibilité d'une déficience en magnésium, hypothèse que nous avons essayé de vérifier :

- a) en rassemblant diverses observations ;
- b) en étudiant en culture hydroponique les symptômes et les effets sur le cotonnier d'une déficience en magnésium provoquée, et en essayant de préciser le niveau critique du magnésium à l'analyse foliaire ;
- c) en effectuant une prospection en milieu producteur par analyse foliaire ;
- d) en effectuant des essais de fertilisation magnésienne.

OBSERVATIONS PRELIMINAIRES

Description des symptômes observés

Les symptômes qui nous préoccupent se caractérisent par une coloration rouge vineux affectant le limbe des feuilles âgées, débutant par des marbrures puis gagnant tout le limbe à l'exception des nervures qui restent vertes. Les feuilles finissent par sécher et tomber. Ces manifestations n'apparaissent le plus souvent qu'assez tard (après le 75^e jour), mais pro-

voquent une défoliation précoce et un shedding important.

Conditions d'apparition des rougissements

Ces symptômes n'ont guère attiré l'attention avant les cinq dernières années, mais leur fréquence semble s'accroître, particulièrement dans le Sud Borgou et le Sud Atacora.

L'apparition de ces rougissements prématurés paraît être en relation avec la durée d'exploitation car ils s'observent le plus souvent sur des terrains anciennement cultivés.

* Agronome, Service informatique et biométrie, I.R.C.T. Montpellier.

Ceci a été vérifié à Alafiadou (Parakou) pendant plusieurs années consécutives sur les soies en 2^e année de coton alors que les soies en 1^{re} année étaient peu atteintes. De même, à Savé en 1971, sur la prémultiplification, de forts rougissements ont été observés sur la seule parcelle en 4^e année de culture.

D'autre part, une relation semble exister entre ces rougissements et le potassium : sur certains essais extérieurs du Borgou, toutes les parcelles ayant reçu un complément de KCl à la fumure NSPB vulgarisée présentaient ces symptômes.

Bilan du magnésium en système de culture semi-intensif

Les sols ferrugineux tropicaux du Nord Bénin ont en général une faible capacité d'échange, et les systèmes de culture semi-intensifs qu'on tend à y pratiquer actuellement en assurent mal l'entretien organique et minéral. Cela conduit à une diminution rapide des bases échangeables et de la capacité d'échange, telle qu'on l'observe à Angaradébou après 12 années de culture continue de coton fumé sur un sol pourtant très fertile au départ, et dont les ren-

dements sont tombés de 2 000 kg/ha à 250 kg/ha (tabl. 1).

Etant donné que la seule fertilisation vulgarisée jusqu'en 1974 et appliquée uniquement sur coton n'apportait que les éléments NSPB, et que les résidus de récolte sont détruits ou exportés, il n'est pas étonnant d'assister à un épuisement rapide en bases, quand on sait ce que les trois cultures principales, arachide, sorgho et coton exportent dans les conditions actuelles de culture (sans restitution de résidus de récolte, sauf les systèmes racinaires) (tabl. 2).

L'étude du bilan minéral d'une rotation quadriennale classique au Nord Bénin, a été faite après 8 années de culture (soit deux cycles quadriennaux).

Cette rotation comportait :

- 1^{re} année : arachide fertilisée (P) ;
- 2^e année : coton fertilisé (NSPK) ;
- 3^e année : sorgho ;
- 4^e année : sorgho.

Le bilan fertilisation-exportations s'établit comme suit (tabl. 3).

Tableau 1. — Evolution de la capacité d'échange et des bases échangeables d'un sol ferrugineux tropical après 12 années de culture continue (Angaradébou)

Objet	Bases échangeables meq/100 g			Capacité d'échange meq/100 g
	K	Ca	Mg	
1. Brousse avant culture	0,40	7,75	2,60	11,76
2. Après 12 années de culture continue (coton fumé)	0,09	2,25	0,37	2,74

Tableau 2. — Eléments minéraux exportés (en kg/ha)
par le cotonnier, le sorgho et l'arachide
(moyenne des mesures faites en 1973 et 1974 dans l'Atacora)

	Rendement partie utile kg/ha	Organes	N	S	P	K	Ca	Mg
Cotonnier ..	1 244	coton-graine ..	20,6	1,7	7,7	6,4	1,1	2,3
		T + B + C ..	16,7	2,5	4,3	25,0	13,9	4,1
		Total	37,3	4,2	12,0	31,4	15,0	6,4
Sorgho	806	Grain	15,0	1,1	1,4	3,8	1,0	1,8
		Pailles	11,5	3,0	1,2	36,6	14,3	8,9
		Total	26,5	4,1	2,6	40,4	15,3	10,7
Arachide ...	2 761	Gousses	47,9	1,7	2,5	9,8	1,4	2,3
		Fanes	30,0	1,6	2,3	26,2	17,3	9,6
		Total	77,9	3,3	4,8	36,0	18,7	11,9

Tableau 3. — *Bilan minéral¹⁰. Approche d'un système de culture après 8 années d'exploitation (Atacora)*

U. fertilisantes kg/ha	N	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Fertilisation	94	46	140	30	—	—
Exportations	327	36	74	376	137	83
Bilan approché* ...	— 233	+ 10	+ 66	— 346	— 137	— 83

* Il s'agit d'un bilan approché du fait de l'absence de certains termes : lixiviation, réorganisation, rétrogradation, fixation symbiotique de N.

Ces chiffres mettent en évidence le défaut majeur de ce type de système de culture : son important déficit en cations.

L'importance des exportations de potassium explique aisément l'apparition rapide de cette déficience, lorsque la fertilisation n'apporte pas cet élément. Quant au calcium et au magnésium qui ne sont jamais restitués, au rythme d'un prélèvement annuel

de 15 à 20 kg/ha pour le calcium et 6 à 12 kg/ha pour le magnésium, on peut prévoir un épuisement rapide des réserves déjà maigres de ces sols ferrugineux.

Dans ces conditions, l'apparition d'un problème magnésium n'a dès à présent rien d'impossible dans des zones exploitées depuis une dizaine d'années selon de tels systèmes.

ETUDE DE LA DEFICIENCE MAGNESIENNE EN CULTURE HYDROPONIQUE

Mise en évidence des symptômes et des effets sur le cotonnier

Il s'agissait de provoquer des symptômes de déficience magnésienne, afin de les rapprocher des rougissements observés en vulgarisation, et de mesurer les effets de cette déficience sur le cotonnier, ainsi que sur les teneurs en Mg des pétioles. La technique de culture hydroponique et la composition de la solution nutritive étaient celles mises au point par M. BRAUD (1) sur la station de Bambari (E.C.A.).

Deux objets étaient en comparaison dans un dispositif en couple :

A — Témoin, solution normale

(N = 64, S = 4, P = 4, K = 20, Ca = 40, Mg = 20 méq. pour 3 litres de solution + oligo-

éléments).

B — Déficience magnésienne (Mg/10)

(N = 64, S = 4, P = 4, K = 20, Ca = 40, Mg = 2 méq. + oligo-éléments).

Le dispositif comportait 8 bacs par objet (un cotonnier par bac) dont quatre semés un mois après les quatre premiers. Le substrat était constitué de sable grossier lavé à l'eau. L'aération était quotidienne par vidange de 8 h à 11 h et le niveau rétabli par addition d'eau déminéralisée.

Les solutions étaient renouvelées tous les 14 jours entre le 7^e et le 49^e jour, puis tous les 7 jours. Un traitement insecticide était appliqué deux fois par semaine.

Tableau 4. — *Production et fructification moyennes*

Objet	Rendement coton-graine g/plant %	Nombre capsules/plant	PMC g	Total fleurs/plant	Shedding post-floral %	Durée de capsulaison (jours)
A (Mg/1)	170,4 100	30	5,74	69	56,5	55
B (Mg/10)	91,2 53,5	19	4,77	59	67,8	55
Différences	h.s.	h.s.	h.s.	n.s.	s.	n.s.

Tableau 5. — Croissance (hauteurs moyennes en cm)

Objet	30 j	45 j	60 j	75 j	90 j	105 j	120 j
A (Mg/1)	7,6	17,6	42,3	73,4	96,3	103,0	104,9
B (Mg/10)	8,4	18,9	39,9	71,6	95,0	101,6	103,8

Tableau 6. — Evolution des teneurs moyennes en Mg des pétioles en fonction de l'âge des plants : (% de matière sèche)

Positions	11-21 j	31-41 j	51-61 j	71-81 j	91-101 j	111-121 j
A (Mg/1)	0,35	0,32	0,23	0,35	0,32	0,36
B (Mg/10)	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14

L'apparition des symptômes foliaires est assez tardive (70-80 jours) et se manifeste d'abord sur les feuilles âgées. Les premiers symptômes rappellent ceux d'un début de déficience en potasse (décoloration en marbrures, entre les nervures); puis les marbrures internervaires virent au rouge-vineux assez foncé, laissant les nervures bien vertes, cette réaction commençant souvent par le bord du limbe. Il y a aggravation des symptômes à partir du 100^e jour, et défoliation. Ces symptômes correspondent bien à ceux que nous avons eu l'occasion d'observer sur certains champs de vulgarisation et sur certains essais.

Le déficience magnésienne semble avoir peu d'action sur la croissance végétative et sur la floraison.

Par contre, le shedding postfloral est accru de 10 % dans cet essai.

Le nombre de capsules récoltées est fortement affecté, ainsi que le poids capsulaire et la production par plant qui diminue proportionnellement (— Mg = 33,5 % de la formule complète).

La durée de capsulaison ne varie pas.

Les teneurs en Mg des pétioles étaient très faibles sur l'objet B (Mg/10), et une teneur inférieure à 0,15 % indique une déficience grave entraînant une baisse de production de l'ordre de 50 %.

Courbe d'action du magnésium

Il s'agissait d'essayer de préciser le seuil de déficience en Mg à l'analyse foliaire par un essai courbe d'action où le magnésium était apporté aux doses suivantes en milliéquivalents pour 3 litres de solution (soit 1 bac de 1 cotonnier) :

- A = 2,5 méq.;
- B = 5,0 méq.;
- C = 10,0 méq.;
- D = 20,0 méq.;
- E = 40,0 méq.

Les autres éléments nutritifs étaient apportés à la même concentration que dans l'essai précédent.

Le dispositif était un essai en blocs à 5 objets et 8 répétitions (soit 8 cotonniers par objet).

Les rendements moyens obtenus ont été les suivants :

Tableau 7. — Rendement en coton-graine

Objets	Rendement coton-graine g/plant %	
A	139,9	100,0
B	141,1	100,9
C	191,0	136,5
D	180,9	129,3
E	177,7	127,0
c.v.	17,3 %	
d.s. à P = 0,05 ..	34,6	24,7

$$A = B < C = D = E$$

La précision de l'essai est médiocre et due à la difficulté d'obtenir une bonne homogénéité avec des cotonniers isolés, cultivés dans des bacs différents, sur un support insuffisamment inerte. Il serait préférable d'utiliser cette variabilité, difficile à réduire, en travaillant à l'échelle du plant et non plus sur les moyennes; mais se pose alors le problème de la quantité de matière végétale nécessaire pour effectuer les dosages sur le pétiole (1 pétiole sec pèse environ 100 mg). Néanmoins, les objets A et B sont significativement inférieurs aux objets C, D et E qui ne diffèrent pas entre eux. Comme les objets D et E ne sont pas significativement inférieurs à C on peut admettre que la courbe de réponse est de forme sensiblement exponentielle, ce qui est conforme à la loi de Mitscherlich.

PLANCHE I



Fig. 1. — A gauche : témoin non déficient (solution complète + Mg); à droite (— Mg) : déficience magnésienne provoquée par l'abaissement de la concentration en Mg (solution à Mg/10).



Fig. 2. — Symptômes avancés de déficience magnésienne provoquée en culture hydroponique; on notera l'absence de production de tête et la défoliation précoce. Au fond à gauche, témoins non déficients de même âge (110 jours).



Fig. 3. — Symptômes foliaires de déficience en magnésium : en haut, feuille saine; en bas, évolution des symptômes depuis l'apparition jusqu'à la nécrose finale.

Mais ce qui nous intéresse essentiellement dans cet essai, ce n'est pas tellement la réponse à des concentrations croissantes de Mg dans une solution nutritive, mais surtout la relation entre le rendement et la concentration du magnésium dans la plante en fonction de l'âge du cotonnier afin de préciser le

diagnostic foliaire de la nutrition magnésienne.

Les trois éléments K, Ca, Mg ont été dosés sur un échantillon moyen constitué de 16 pétioles par objet (3 pétioles par objet, regroupés par deux positions successives de prélèvement).

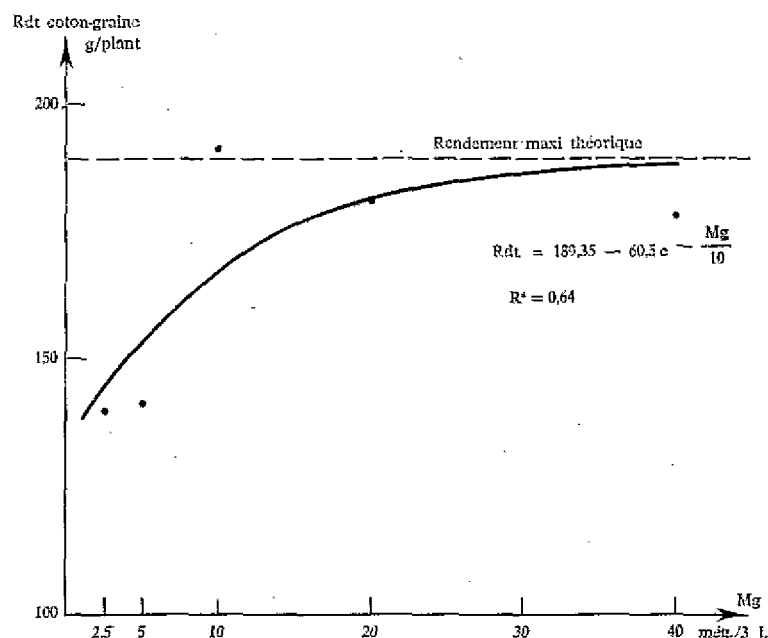


Fig. 1. — Courbe de réponse au magnésium.

Tableau 8. — Evolution des teneurs en K, Ca et Mg des pétioles par objet en fonction de l'âge du cotonnier au moment du prélèvement

Elément	Objet	Niveau de floraison						
		1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5	13,5
Mg	A	0,22	0,24	0,24	0,29	0,33	0,33	0,32
	B	0,22	0,22	0,23	0,26	0,30	0,30	0,34
	C	0,23	0,25	0,31	0,34	0,40	0,43	0,56
	D	0,31	0,36	0,42	0,56	0,57	0,71	0,77
	E	0,39	0,46	0,51	0,71	0,83	1,06	1,06
Ca	A	1,64	1,58	1,40	1,54	2,02	2,34	2,96
	B	1,52	1,40	1,32	1,44	1,82	2,18	2,42
	C	1,43	1,36	1,30	1,36	1,76	2,00	2,42
	D	1,32	1,34	1,32	1,38	1,66	1,90	2,10
	E	1,40	1,30	1,26	1,28	1,58	1,72	1,66
K	A	6,56	6,62	5,56	6,00	6,16	6,16	7,20
	B	6,48	5,36	5,32	5,64	6,16	7,04	7,12
	C	6,56	5,72	5,20	5,88	6,28	7,12	7,04
	D	6,40	6,40	5,88	6,16	6,56	7,12	7,20
	E	7,52	7,04	6,80	6,36	6,56	6,96	6,88

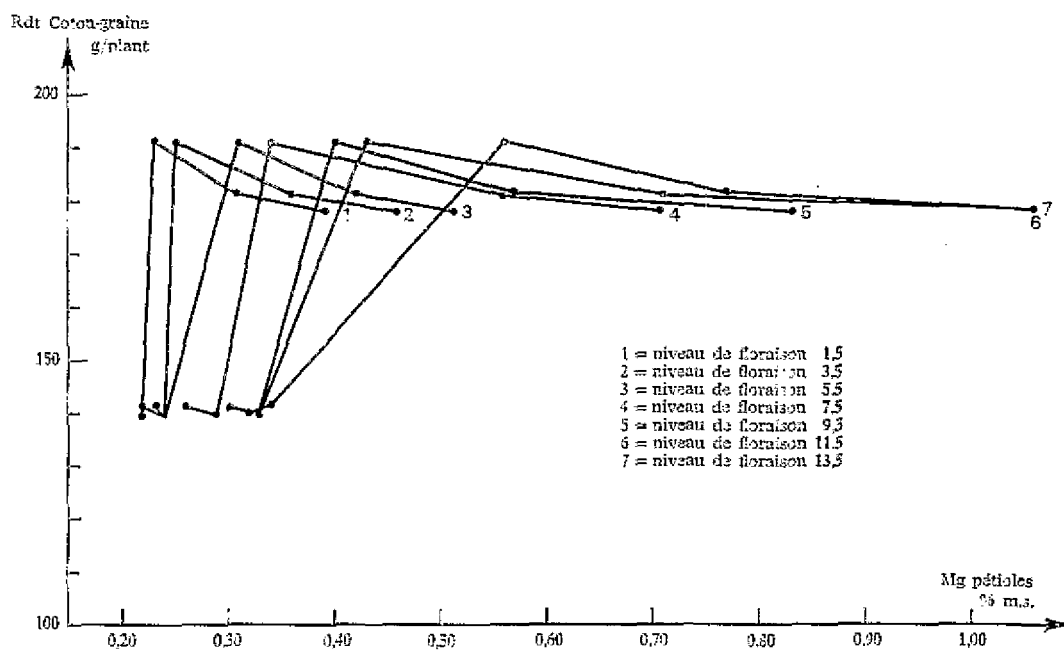


Fig. 2. — Relation entre rendement et teneurs en Mg des pétioles selon l'âge du cotonnier.

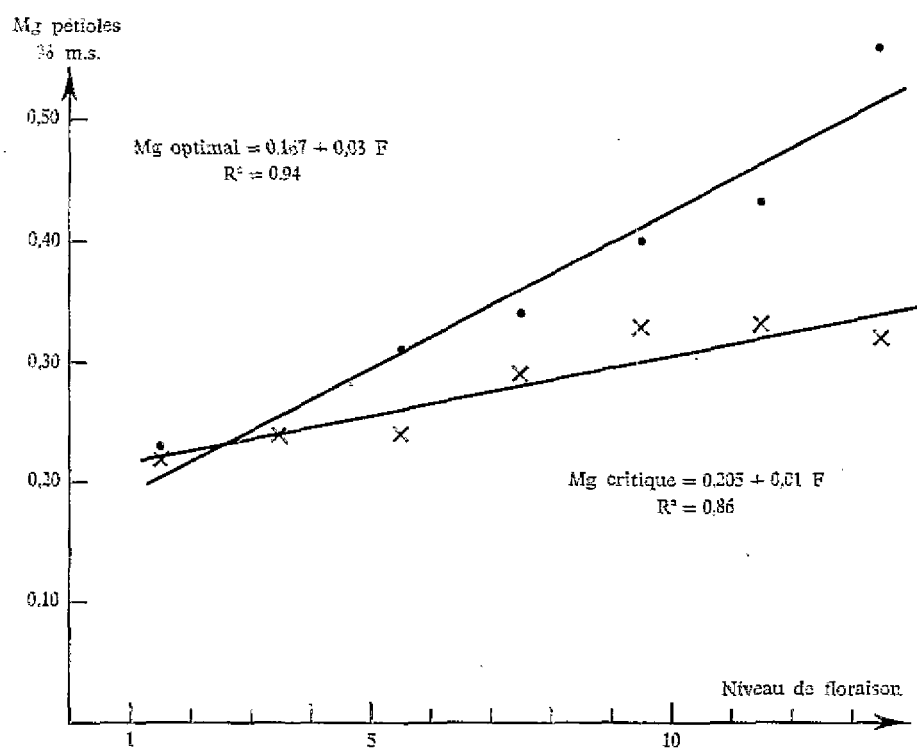


Fig. 3. — Niveau optimal et niveau critique en Mg des pétioles selon l'âge du cotonnier.

Tableau 9. — Analyses technologiques

Objet	Longueur fibre 2,5 % S.L. mm	Micronaire	Ténacité g/tex	Allongements	% fibres mûres
A	31,9	3,25	18,6	6,8	65
B	32,0	3,75	18,9	7,0	72
C	32,0	4,05	17,9	7,0	77
D	32,5	3,60	18,8	7,2	71
E	31,3	4,35	17,8	7,2	80

Dans cet essai, les teneurs en Mg augmentent avec l'âge du cotonnier et ceci d'autant plus que l'offre du milieu est moins limitée. On atteint en fin de cycle des valeurs très élevées sur les objets D et E. Sur les objets A et B, les teneurs restent relativement élevées par rapport à ce qui était observé dans le premier essai.

Les teneurs en Ca augmentent aussi avec l'âge du cotonnier mais diminuent avec l'accroissement des teneurs en Mg. Il y a donc probablement antagonisme $\text{Ca} \times \text{Mg}$.

Les teneurs en K sont élevées mais n'évoluent pas nettement.

L'accumulation du calcium dans les feuilles est normal, car cet élément peu mobile n'est pratiquement pas redistribué.

L'étude des relations entre rendement et teneur en Mg des pétioles montre qu'une chute significative de rendement est obtenue avec des teneurs en Mg se situant en-dessous des teneurs observées sur l'objet C.

Les teneurs observées sur le traitement A constituent donc une première estimation des niveaux critiques en magnésium selon l'âge du cotonnier matérialisé par le niveau de floraison au moment du prélèvement.

Les teneurs observées sur le traitement C permettent d'atteindre expérimentalement le rendement maximum théorique; elles constituent donc une première estimation de la courbe des teneurs optimales. Au-delà, il y aurait consommation de luxe, et entre les deux droites des situations subdéficientes.

Aux niveaux de prélèvement habituel (3 à 5), le seuil critique se situerait aux alentours de 0,25 % de m.s. sans tenir compte d'éventuelles interactions avec d'autres éléments.

Des analyses technologiques de la fibre obtenue dans cet essai ont également été réalisées.

Le micronaire et la maturité semblent réduits par la déficience en Mg.

Relation avec le potassium

Compte tenu des observations faites au champ sur la possibilité d'induction d'une déficience magnésienne par une fertilisation potassique, nous avons voulu

vérifier en culture hydroponique qu'un apport de K_2O sur un milieu pauvre en magnésium et potassium, était capable d'induire une déficience magnésienne par suite de l'antagonisme $\text{K} \times \text{Mg}$.

Dans cet essai nous avons donc fait passer le rapport K/Mg de 2,7 à 13,3 dans la solution nutritive en mettant en comparaison les deux traitements suivants :

T = témoin pauvre en K et Mg mais avec un rapport équilibré de 2,7 ;

K = milieu pauvre en Mg, riche en K_2O avec $\text{K/Mg} = 13,3$.

La composition de ces traitements en milliequivalents pour 3 litres de solution nutritive, était la suivante :

	NO_3^-	SO_4^{--}	PO_4H_2^-	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Oligo-élément
T	48	3	3	40	40	3	+
K	48	3	3	40	40	3	+

Le dispositif est un essai couple à 7 répétitions, réalisé dans les mêmes conditions que précédemment, avec 15 renouvellements de solution.

Les résultats figurent aux tableaux 10 et 11.

La probabilité pour que la différence de rendement entre les deux traitements soit significative n'est que de 40 %. Il est donc peu probable que la baisse de rendement observée avec le traitement K (10 %) soit due à l'effet dépressif d'une forte dose de K dans un milieu pauvre en magnésium. On peut cependant noter qu'en présence d'une déficience latente en Mg l'amélioration de la nutrition potassique se révèle sans effet sur le rendement.

De plus, la taille, le poids moyen capsulaire, le seed index et la longueur de la fibre sont diminués par ce déséquilibre en faveur de K.

D'autre part, les symptômes de déficience en magnésium déjà sensibles sur le témoin ont été fortement accentués sur le traitement K, et sont également apparus de façon plus précoce. Cette induction d'une déficience magnésienne se trouve d'ailleurs confirmée par les analyses foliaires.

Tableau 10. — Rendements moyens et observations

Traitement	Rendement coton-graine		Taille à 120 j cm	P.M.C. g	Seed-index	Qualité des graines produites % germination
	g/plant	%				
T (K/Mg = 2,7)	129,3	100	150,0	4,15	7,9	84,5
K (K/Mg = 13,3)	116,3	89,9	143,0	3,78	6,7	92,5
t	1,1					

Tableau 11. — Analyses technologiques

Traitement	% fibre (rouleau)	Longueur 2,5 % SL mm	Micronaire	Ténacité g/tex	% fibres mûres
T (K/Mg = 2,7)	40,4	29,3	2,80	20,6	58
K (K/Mg = 13,3)	40,8	28,3	2,80	19,3	59

Tableau 12. — Analyses foliaires (pétioles)

Niveau de floraison	T (K/Mg = 2,7)			K (K/Mg = 13,3)		
	K %	Mg %	Ca %	K %	Mg %	Ca %
1,5	7,68	0,14	1,26	11,32	0,15	1,56
3,5	6,76	0,20	1,76	10,20	0,11	1,36
5,5	5,28	0,17	1,56	9,68	0,11	1,24
7,5	4,28	0,16	1,48	8,04	0,10	1,06
9,5	4,20	0,16	1,44	7,44	0,11	0,96
11,5	3,96	0,16	1,48	7,44	0,10	0,98
13,5	3,46	0,18	1,58	7,92	0,11	1,10

Relation avec le calcium

Les teneurs en potassium déjà assez fortes sur le témoin deviennent très élevées sur le traitement K. Par contre, les teneurs en Mg sont basses dans les deux cas, mais nettement diminuées par l'amélioration de la nutrition potassique.

De même, les teneurs en Ca deviennent subdéficientes dans le traitement K, où l'absorption du calcium semble avoir été freinée [antagonisme $K \times Ca$ qui se manifeste surtout pour des fortes teneurs en K (9)].

Compte tenu des fortes baisses parallèles du calcium et du magnésium échangeables dans les sols à coton du Nord-Bénin après quelques années de culture, on a cherché à mettre en évidence en culture hydroponique l'effet de chacune de ces déficiences et de leur superposition.

Le dispositif était un essai blocs, à 4 traitements et 6 répétitions, réalisé dans les mêmes conditions que précédemment avec également 15 renouvellements des solutions nutritives.

La composition des traitements en milliéquivalents pour 3 litres de solution était la suivante :

	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Oligo-élément
A : témoin complet	48	3	3	15	30	15	+
B : Mg/10	48	3	3	15	30	1,5	+
C : Ca/10	48	3	3	15	30	15	+
D : Mg et Ca/10	48	3	3	15	30	1,5	+

Les résultats ont été les suivants :

Tableau 13: — Rendements moyens et observations.

Traitement	Rendement coton-graine		Taille à 120 j cm	% fibre (rouleau)	Nombre capsules/plant	P.M.C. g
	g/plant	%				
A	144,8	100	104,2	38,7	36,3	3,99
B	111,7	77,1	98,7	40,1	27,8	4,02
C	84,0	58,6	94,7	38,6	21,7	4,37
D	57,0	39,4	93,5	39,7	16,5	3,45
c.v.	17,3 %	14,6				
d.s. à P = 0,05	21,2					

Les quatre traitements sont significativement différents; des déficiences significatives en Mg et Ca ont donc bien été provoquées et leurs effets séparés sont additifs dans le traitement D.

Les rougissements magnésiens sont apparus assez tardivement (100^e jour) et de façon atténuée sur l'objet B. Il se sont d'abord manifestés sur les bractées et la face inférieure des limbes. L'effet sur la croissance des plants est resté faible, mais la fructification s'est arrêtée plus tôt que sur le témoin. Ceci tend à montrer que l'extériorisation des symptômes correspond à une déficience déjà bien installée. De plus, leur apparition en général tardive, fait que cette observation ne permet pas de déceler à temps des situations déficientes ou subdéficientes.

La déficience en calcium se manifeste par une défoliation précoce: les feuilles âgées jaunissent uniformément, sèchent et tombent prématurément dès le 90^e jour de végétation. Cette réduction de la surface foliaire s'accompagne d'une importante abscission (surtout de type décurrent) et d'un arrêt de la fructification.

La superposition des déficiences en calcium et magnésium semble accentuer l'expression des symptômes de déficience en magnésium et en accélérer l'apparition (80^e jour).

Le dosage du magnésium et du calcium dans les pétioles a donné les résultats figurant au tableau 14.

On observe à nouveau une augmentation des teneurs en Mg avec l'âge du cotonnier surtout sur le témoin non carencé. Les teneurs en Ca baissent en cours de végétation sur les objets carencés.

Au niveau de prélèvement habituel (3,5) on observe que l'abaissement de la teneur en Mg de 0,31 à 0,21 % de m.s. provoque une baisse de production de 23 % et que l'abaissement de la teneur en Ca de 1,30 % à 0,84 % provoque une chute de production de 41 %.

De plus, lorsqu'on carence en Mg, les teneurs en Ca augmentent légèrement.

En ce qui concerne le calcium cet essai nous montre qu'une teneur inférieure à 1 % dans le pétiole peut être considérée comme nettement déficiente à partir du niveau de floraison 3,5.

Tableau 14. — Evolution des teneurs en Mg et Ca des pétioles selon l'âge du cotonnier

Traitement		Niveau de floraison						
		1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5	13,5
A (témoin)	Mg	0,31	0,31	0,34	0,37	0,42	0,49	0,55
	Ca	1,58	1,30	1,34	1,28	1,28	1,34	1,50
B (Mg/10)	Mg	0,24	0,21	0,19	0,18	0,21	0,22	0,28
	Ca	1,68	1,50	1,34	1,30	1,30	1,34	1,54
C (Ca/10)	Mg	0,32	0,28	0,29	0,28	0,29	0,34	0,40
	Ca	1,20	0,84	0,70	0,62	0,58	0,54	0,60
D (Mg et Ca)	Mg	0,20	0,22	0,21	0,24	0,30	0,30	0,34
	Ca	1,20	0,88	0,80	0,66	0,54	0,54	0,58
10								

RECHERCHE D'UNE DEFICIENCE MAGNESIENNE EN MILIEU PRODUCTEUR

Prospection par analyses foliaires

Une enquête sur la nutrition minérale du cotonnier a été menée par analyse foliaire pendant quatre ans (1971-74) au Nord Bénin (Borgou + Atacora) sur 143 champs de vulgarisation.

Les prélèvements ont été effectués sur champs fertilisés avec la fumure standard NSPB (20-10-26-0,7 %) et le magnésium était un des éléments testés.

La détermination du seuil critique des teneurs en Mg dans le pétiole reste encore imprécise. On sait cependant par la littérature qu'il devrait se situer aux alentours de 0,30 à 0,40 % de matière sèche. Les essais en culture hydroponique ont montré que la valeur de 0,25 % pouvait être retenue en première approximation.

Cependant, compte tenu de la tardivité des prélèvements foliaires effectués en vulgarisation et du niveau du potassium beaucoup plus bas qu'en culture hydroponique, un seuil de 0,30 % ne semble pas surestimé.

Les résultats de cette enquête sont résumés au tableau 14.

La teneur moyenne observée est de 0,47 % et elle est nettement plus basse dans la partie méridionale de la zone (0,42 % m.s.).

Par ailleurs, on observe qu'en moyenne 12 % des champs testés au Nord Bénin se situent à des teneurs en magnésium comprises entre 0,16 et 0,30 % de matière sèche. A noter que tous les cas observés

sont situés dans le sud de la zone où la proportion atteint 32 % des champs testés. Ceci est peut être en rapport avec la longueur de la saison des pluies dans cette zone, car on sait que la déficience en Mg, fréquente sur sols sableux acides, est accentuée par les saisons humides.

Malgré l'imprécision qui subsiste encore au sujet du niveau critique, il semble donc très probable que des situations déficientes ou subdéficientes en magnésium existent d'ores et déjà au Nord Bénin, particulièrement dans la partie méridionale du Borgou et de l'Atacora.

Induction de la déficience en magnésium par des apports de K_2O

Antagonisme $K \searrow Mg$

L'action antagoniste de K sur l'absorption de Mg est bien connue; l'explication du phénomène l'est moins. Rappelons seulement que les ions Mg^{++} sont plus énergiquement retenus par le complexe argilo-humique que les ions K^+ , que leur vitesse de pénétration dans la plante est également plus lente que celle des ions K^+ car ils diminuent la perméabilité membranaire, enfin que les ions Mg^{++} semblent absorbés passivement, alors que les ions K^+ font l'objet d'une absorption active en plus du simple transport passif. (6, 8)

Il s'ensuit qu'une augmentation de la concentration en K dans le milieu se traduit fréquemment par un freinage de l'absorption de Mg par la plante.

Tableau 15. — Fréquence des teneurs en Mg dans le pétiole
observées sur 143 exploitations du Nord Bénin

Classe de teneurs en Mg (% m.s.)	Nord Atacora et Nord Borgou n	Sud Atacora et Sud Borgou n	Ensemble Nord-Bénin n %	
0,16-0,20	—	1	1	0,7
0,21-0,25	—	3	3	2,1
0,26-0,30	—	13	13	9,1
				11,9 %
0,31-0,35	6	8	14	9,8
0,36-0,40	4	18	22	15,4
0,41-0,45	9	8	17	11,9
0,46-0,50	3	9	14	9,8
0,51-0,55	12	4	16	11,2
0,56-0,60	16	7	23	16,1
0,61-0,65	4	1	5	3,5
0,66-0,70	4	3	7	4,9
0,71-0,75	4	1	5	3,5
0,76-0,80	1	1	2	1,4
0,81-0,85	1	0	1	0,7
Total	66	71	143	
Teneurs moyennes observées	0,53 % m.s.	0,42 % m.s.	0,47 % m.s.	

Cet antagonisme se retrouve au niveau des analyses foliaires effectuées au Bénin sur cotonnier. En reprenant les analyses où K et Mg ont été dosés simultanément, cette relation apparaît nettement dans les résultats du Centre et du Sud Bénin où l'amplitude de variation des teneurs est beaucoup plus importante que dans le Nord. La régression effectuée sur 68 paires de résultats obtenus au cours de quatre campagnes (1969-1972) présente le meilleur ajustement avec la formule :

$$Mg = \frac{1}{0,576 + (0,430 \times K)} \text{ avec } r = 0,65$$

Les valeurs remarquables de cet ajustement sont les suivantes :

K	Mg calculé
1,0	0,99
2,0	0,70
3,0	0,54
4,0	0,44
5,0	0,37
6,0	0,32
7,0	0,28

La droite des niveaux critiques Mg en fonction de F a été obtenue avec un niveau moyen de K = 6,32. A une telle teneur en K correspond normalement une teneur en Mg de 0,30 d'après la relation précédente.

Pour tenir compte du niveau de K dans la détermination du niveau critique Mg on peut introduire le terme correctif de l'interaction K × Mg :

$$- 0,30 + \frac{1}{0,576 + 0,43 K}$$

L'équation de détermination du niveau critique en fonction de F et de K devient alors :

$$Mg_c : 0,205 + 0,01 F + \frac{1}{0,576 + 0,43 K} - 0,30$$

$$\text{soit : } Mg_c = -0,10 + 0,01 F + \frac{1}{0,576 + 0,43 K}$$

A ce niveau critique, la production baisse de 27 % par rapport au rendement maximum. D'après cette équation on peut établir les abaques de la figure 5.

Par ailleurs, dans les essais régionaux de formules d'engrais réalisés en 1972 et 1973 chez des cultivateurs du Nord Bénin, un fait avait retenu l'attention : de forts rougissements de type magnésien étaient observés dans certains essais, sur les parcelles ayant reçu une fertilisation potassique.

Or, si l'on reprend les analyses foliaires réalisées sur ces essais, on s'aperçoit effectivement que :

a) ce sont ceux qui présentent les teneurs en Mg les plus faibles ;

b) l'apport de 50 kg de KCl provoque une diminution des teneurs en Mg, et il est souvent inefficace dans ces conditions.

En 1973 également, les essais ayant manifesté de forts rougissements lorsqu'on apportait de la potasse, présentaient aussi des teneurs en Mg très faibles sur le témoin sans K.

La sensibilité du cotonnier vis-à-vis de l'antagonisme K × Mg, vérifiée en culture hydroponique, se retrouve donc en milieu producteur et peut expliquer certaines réponses décevantes à la fertilisation potassique par induction d'une déficience magnésienne qui existe déjà de façon latente dans un certain nombre d'endroits, en particulier dans le Sud Borgou et le Sud Atacora.

Tableau 16. — Antagonisme K × Mg sur essais régionaux 1972

Traitement		Teneurs des pétioles (en % de matière sèche)		Rendement coton-graine kg/ha
		K	Mg	
Guéné	— Formule standard NSPB	4,68	0,56	1 854
	— Formule standard NSPB + 50 kg KCl	4,52	0,48	1 831
Alibori	— Formule standard NSPB	5,44	0,32	1 717
	— Formule standard NSPB + 50 kg KCl	5,56	0,28	1 678
Gainrou	— Formule standard NSPB	2,88	0,28	670
	— Formule standard NSPB + 50 kg KCl	4,00	0,24	741

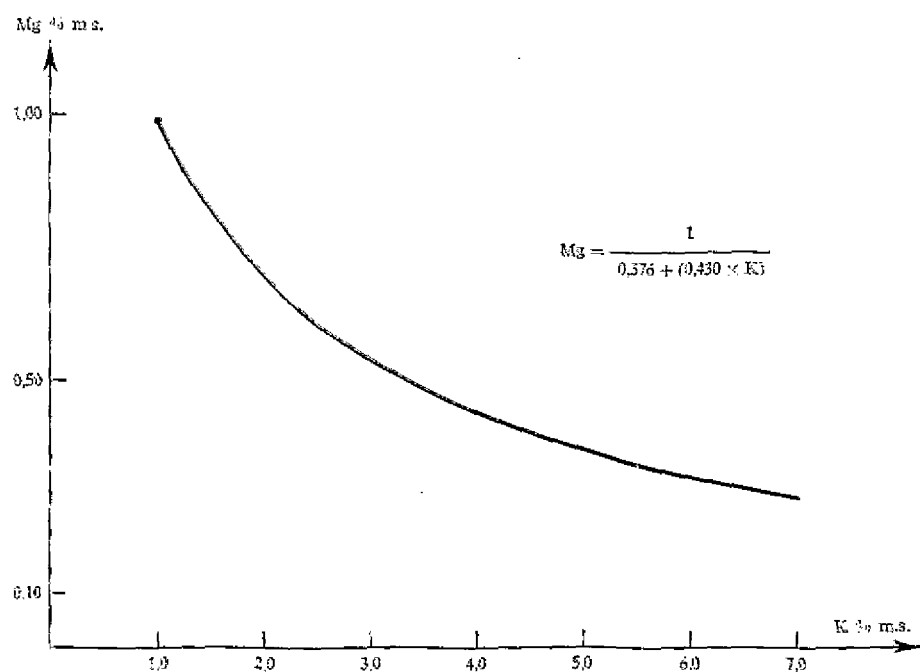


Fig. 4. — Relation entre teneur en K et teneur en Mg des pétioles.

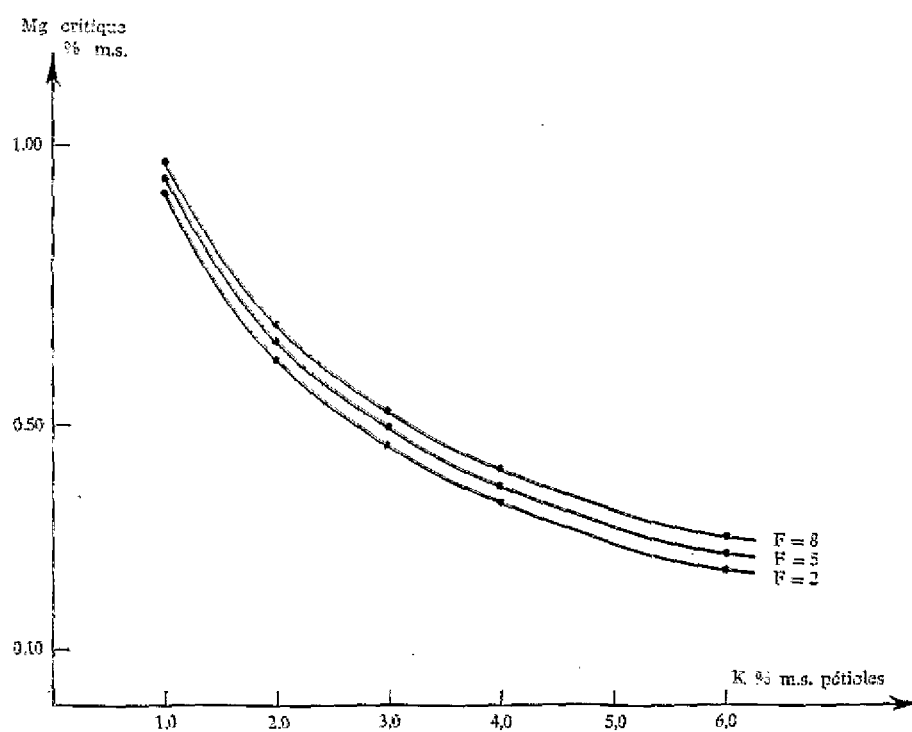


Fig. 5. — Niveau critique de Mg en fonction du niveau de floraison et de la teneur en K des pétioles.

Tableau 17. — Teneur en Mg sur essais régionaux 1973

Emplacement	Traitement	Teneurs des pétioles en Mg (% m.s.)
Marégourou	Formule standard NSPB	0,20
Tamarou	Formule standard NSPB	0,22
Biro	Formule standard NSPB	0,26
Bercubouay	Formule standard NSPB	0,27
Alibori	Formule standard NSPB	0,32
Sirarou	Formule standard NSPB	0,26

ESSAIS DE FERTILISATION MAGNESIENNE

Essais sur stations

Sur des parcelles anciennement cultivées, on a testé l'effet d'un apport de MgO (25 kg/ha) au semis, et celui d'un engrais foliaire, le Fertilon-Combi (BASF) apportant un « cocktail » d'oligo-éléments et de Mg (4,0 % MgO, 1,5 % Mn, 1,0 % Fe, 0,5 % Cu, 0,5 % Zn, 0,3 % B + Mo et Co).

Dispositif : — 2 essais blocs, 5 objets, 8 répétitions ;
— Parcelles de 4 lignes de 20 mètres, deux concentrations testées ;
— Démariage à 1 plant ;
— Traitements hebdomadaires.

Les résultats de ces deux essais figurent aux tableaux 17 et 18.

Tableau 18. — Rendements moyens

Traitement	Alafiarou		Gogonou	
	kg/ha	%	kg/ha	%
1. Témoin	1 293	100	571	100
2. F. vulg. (N : 52, P : 40, S : 15, K : 30, B : 1,5)	2 006	155,1	964	168,8
3. F. vulg. + 4 kg/ha Fertilon à 45 jours	2 043	158,0	870	152,4
4. F. vulg. + 4 kg/ha Fertilon à 45 + 65 jours ..	2 044	158,1	1 007	176,4
5. F. vulg. + 25 kg/ha MgO au semis	2 059	159,2	878	153,8
c.v.	8,8 %		21,8 %	
d.s. à P = 0,05	171 Mg = 13,2 %		186 kg = 32,6 %	

Tableau 19. — Analyses foliaires sur les objets 1, 2 et 5

Traitement	Limbes				Pétioles			Poids sec 30 f.	Niveau floraison
	N org.	S	P	B	K	Ca	Mg		
Alafiarou									
1	3,60	0,74	0,50	9	3,72	1,04	0,28	7,5	4,69
2	3,60	0,40	0,30	13	3,52	1,16	0,30	12,1	5,74
5	4,00	0,44	0,32	—	3,40	1,16	0,31	12,7	5,91
Gogonou									
1	3,76	0,43	0,34	11	1,80	1,44	0,60	12,4	3,26
2	3,92	0,47	0,34	14	1,76	1,52	0,72	15,1	3,53
5	4,04	0,44	0,34	11	1,76	1,64	0,76	13,5	3,66

L'engrais foliaire Fertilon-Combi et les 25 kg/ha de MgO n'ont eu aucun effet sur les rendements et un effet insignifiant sur les teneurs en Mg des pétioles, bien que celles-ci aient été basses à Alafiadou. Mais la magnésie n'est pas très soluble, et ceci peut être la cause d'une faible absorption de Mg. Quant au Fertilon-Combi, l'apport de Mg réalisé par cet engrais foliaire est très faible.

A Gogonou la déficience en K_2O , très forte au départ, est restée non corrigée malgré l'apport de 30 kg de K_2O , et, à ces teneurs très faibles, sont opposées des teneurs élevées en Mg.

Le niveau du bore est resté très bas dans ces 2 essais.

Essai régional de fertilisation magnésienne Sud Borgou

Il s'agissait de tester l'effet du magnésium associé à différentes fumures (avec ou sans K_2O et N complémentaire), sur des champs de vulgarisation ayant manifesté de forts rougissements les années précédentes.

Dispositif : — Slit-plot à 3 facteurs :

- A = station (4 niveaux);
- B = fumure (4 niveaux);
- C = magnésien (2 niveaux).

Chacune des 4 stations comportait :

- 4 objets fumure : 1 - Témoin non fumé;
- 2 - Fumure complète NSPKB + N compl. (N : 53, S : 15, P : 40, K : 30, B : 1);
- 3 - Fumure NSPKB sans N compl. (N : 30, S : 15, P : 40, K : 30, B : 1);
- 4 - Fumure NSPB sans K ni N compl. (N : 30, S : 15, P : 40, B : 1).

2 sous-objets magnésium : a - sans Mg;

b - avec Mg (MgO 25 kg/ha).

6 répétitions, sous-parcelles de 3 lignes de 20 mètres, avec ligne centrale testée.

L'entretien était réalisé par les cultivateurs dans les conditions standard vulgarisées.

Tableau 20. — Rendements moyens (kg/ha de coton-graine)

Facteur A (station)	Facteur B (fumures)		Facteur C (magnésium)	
			A	B
1. Gainrou (Biro) : 479	1	380	350	410
	2	590	528	652
	3	477	450	503
	4	471	498	443
2. Baléro (Parakou) : 787	1	457	421	492
	2	1 105	1 051	1 159
	3	782	733	832
	4	803	781	815
3. Sébou (Parakou) : 715	1	499	484	514
	2	876	859	892
	3	742	719	765
	4	742	757	727
4. Sanson (Parakou) : 808	1	617	614	621
	2	1 070	1 040	1 102
	3	743	725	760
	4	803	785	821

Facteur B (fumure)	Facteur C (magnésium)		M	Effet Mg/ fumures
	a (— Mg)	b (+ Mg)		
1. Témoin	467	509	488	+ 42
2. NSPKB + Nc.	870	951	910	+ 81
3. NSPKB	657	715	686	+ 58
4. NSPB	708	701	705	— 7
Moyenne	675	719	697	
Effet moyen du Mg	+ 44			

Tableau 21. — *Décomposition des effets simples et effets principaux*

	Sans Mg	Avec Mg	Moyenne	Interaction
Effet fumure NSPB (4 — 1)	+ 241	+ 192	+ 217	— 25
Effet K (3 — 4)	— 51	+ 14	— 19	+ 32
Effet N complém. (2 — 3)	+ 213	+ 236	+ 224	+ 11

Tableau 22. — *Analyse statistique*

Analyse de la variance sur les résultats parcellaires en dg	D.L.	Variance	F calculé	F des tables		Signification
				5 %	1 %	
Blocs 1	7	623	0,14			
Facteur A (station)	3	37 217	8,14		4,87	h.s.
Erreur	21	4 574				—
Blocs 2	31	6 840	17,86			—
Facteur B (fumures)	3	48 793	127,41		3,90	h.s.
Interaction A × B	9	2 694	7,04		2,30	h.s.
Erreur 2	84	382				
Blocs 3	127	3 266	18,42			—
Facteur C (magnésium)	1	3 172	17,89		6,80	h.s.
Interaction AC	3	227	1,28	2,70	3,90	n.s.
Interaction BC	3	568	3,21	2,70	3,90	s.
Interaction ABC	9	101	0,57			n.s.
Erreur 3	112	177				
Total	255	1 730				

c.v. fumures (B) : 17,0 %

d.s. à P = 0,01 = 40 kg/ha

c.v. magnésium (C) : 12,0 %

d.s. à P = 0,01 = 19 kg/ha

INTERPRÉTATION :

— Il existe des différences de fertilité entre les stations.

— Les engrais ont un effet hautement significatif, mais variable selon les stations.

— Le magnésium a un effet significatif dans tous les cas et présente une interaction significative avec la fumure : positive en présence de K_2O et négative en son absence.

La fumure vulgarisée NSPB (4) procure un surcroît de rendement de 217 kg/ha soit 44 % par rapport au témoin.

L'apport de 30 kg de K_2O a un effet dépressif en l'absence de magnésium. Il faut noter à ce propos que tous ces essais ont présenté de forts rougissements sur les objets avec K_2O , et, sur ces mêmes objets, l'apport de MgO a eu un effet positif sur le rendement sans toutefois faire disparaître les rougissements.

L'apport complémentaire d'urée à 50 jours se

révèle extrêmement efficace dans le Sud Borgou, puisqu'on obtient 224 kg de surcroît de rendement, soit 32,7 % de plus par rapport à la fumure NSPB au semis. Au total, la fumure de base NSPB + N complémentaire apporte 86,5 % de surcroît de rendement par rapport au témoin.

Enfin, le magnésium a un effet positif sur les objets avec potassium et sur le témoin, mais pas sur la fumure NSPB seule. L'interaction $K \times Mg$ se vérifie donc ici : le fait d'apporter du potassium sur un sol déjà pauvre en magnésium induirait une déficience en cet élément, ce qui expliquerait certains cas d'effet nul ou dépressif du potassium déjà observés antérieurement, et une fertilisation magnésienne serait très utile dans cette région pour valoriser les apports de potasse et d'azote complémentaire.

Le magnésium était certainement déficient si l'on tient compte du niveau de K.

L'apport de magnésie a peu augmenté les teneurs en Mg, par contre les teneurs en soufre sont fortement relevées. Il y a probablement ici une interaction

Tableau 23. — Analyses foliaires (moyenne des 4 essais)

Traitement	N	S	P	B	K	Ca	Mg	Poids sec /30 feuilles	Niveau de floraison
Témoin									
— Mg	3,13	0,48	0,52	12	4,63	1,44	0,31	4,7	2,69
+ Mg	3,18	0,61	0,50		4,65	1,48	0,35	4,9	2,77
NSPKB									
— Mg	3,48	0,45	0,37	19	4,33	1,46	0,40	8,0	3,67
+ Mg	3,44	0,61	0,36		4,39	1,43	0,41	8,3	3,85
NSPKB									
— Mg	2,55	0,61	0,43		4,49	1,44	0,37	7,3	3,69
+ Mg	2,77	0,70	0,41		4,44	1,36	0,38	7,6	3,77
NSPB									
— Mg	2,82	0,67	0,44		4,07	1,46	0,40	7,7	3,67
+ Mg	2,81	0,76	0,45		4,13	1,44	0,40	7,6	3,66

dont il faudrait tenir compte par la suite. Les autres éléments sont peu affectés. La corrélation négative des teneurs en K et Mg se retrouve ici.

Il faut cependant noter que l'apport de 25 kg/ha de MgO est probablement insuffisant ou que la magnésie est trop peu soluble car l'amélioration des

teneurs des pétioles en Mg est restée faible, et les rougissements n'ont pas disparu. Il serait préférable de tester l'effet d'un engrais magnésien tel que le sulfate double de potassium et de magnésium (22 % K₂O, 11,5 % Mg, 22,6 % S) ou simplement du sulfate de magnésium, ou bien de suivre à long terme l'effet d'un amendement calco-magnésien (dolomie.)

CONCLUSIONS

Certains rougissements prématurés du cotonnier observés au Nord Bénin depuis quelques années peuvent bien être imputés à une déficience en magnésium directe ou induite par l'introduction du potassium dans la formule d'engrais vulgarisée.

L'apparition de cette déficience sur les sols ferrugineux du Nord et du Centre Dahomey, est assez logique si l'on tient compte des exportations réalisées par l'arachide, le sorgho et le coton (6 à 12 kg/ha/an) et de l'absence de toute restitution organique ou minérale de cet élément. De plus, les systèmes de culture actuellement pratiqués n'assurent qu'un très mauvais entretien organique des sols qui aboutit à une diminution rapide de la capacité d'échange et à d'importantes pertes en K, Ca et Mg, après quelques années de culture.

L'expérimentation réalisée en culture hydroponique a permis de mettre en évidence les symptômes et les effets sur le cotonnier de cette déficience. Elle a également montré qu'à l'analyse foliaire, le niveau critique à partir duquel la nutrition magnésienne a un effet limitant significatif sur la production de coton-graine se situerait en première approximation à des teneurs en Mg dans le pétiole comprises entre 0,25 et 0,30 % de la matière sèche selon l'âge physiologique du plant. Mais cette première estimation demanderait à être nuancée en tenant compte de certaines interactions en particulier K × Mg, Ca × Mg et peut-être S × Mg.

Néanmoins, une prospection par analyse foliaire en milieu producteur a montré que 12 % des champs testés au Nord Bénin étaient probablement déficients ou subdéficients en Mg. Tous les cas rencontrés se situent dans la partie méridionale de la zone, où cette proportion atteint 22 %.

L'antagonisme K × Mg se manifeste nettement dans les analyses foliaires réalisées dans le Centre et le Sud, et se retrouve dans certains essais régionaux réalisés au Nord Bénin, où l'on testait l'effet d'un complément de K₂O à la formule d'engrais vulgarisée. Dans ces derniers, l'application de K₂O sur un milieu déjà pauvre en Mg a eu un effet nul ou dépressif en induisant une déficience magnésienne, comme cela a pu être vérifié en culture hydroponique.

Dans ces conditions, un apport de magnésie au semis s'est montré efficace pour valoriser la fertilisation potassique, bien que cette forme de magnésium ne soit pas la plus soluble.

La vulgarisation depuis 1974 au Nord Bénin, d'une formule d'engrais contenant 15 % de K₂O, si elle permet de freiner les pertes en cet élément par les sols, ne résout pas le problème de la dégradation de la fertilité en particulier vis-à-vis des deux autres cations Ca et Mg, et risque d'accélérer l'apparition de la déficience magnésienne.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRAUD M., 1967. — La nutrition minérale du cotonnier en culture sans sol. *Cot. Fib. trop.*, 22, 3.
2. BRAUD M., 1972. — Le contrôle de la nutrition minérale du cotonnier par analyses foliaires. Budapest, 3^e Colloque sur le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées.
3. BRAUD M., 1974. — Le contrôle de la nutrition minérale du cotonnier par analyses foliaires au Dahomey et au Togo. Document I.R.C.T. non publié.
4. BRAUD M. et J. DUBERNARD, 1971. — Influence de la nutrition potassique sur le comportement de trois variétés de *G. hirsutum* en culture sans sol. *Cot. Fib. trop.*, 26, 4.
5. ELLIOT F., M. HOOVER et W. PORTER, 1968. — Cotton. Iowa State University Press.
6. HELLER R., 1969. — Biologie végétale, Masson Paris.
7. JOLY A. et G. SOUBRIER. — Rapports d'activité des secteurs expérimentaux du Nord Dahomey (Borgou, Atacora). Campagnes 1971 à 1974.
8. LUNDEGARDH H., 1951. — Leaf analysis. Hilger London.
9. PREVOT P. et OLLAGNIER, 1956. — Méthode d'utilisation du diagnostic foliaire. Colloque sur l'analyse des plantes et fumure minérale. I.R.H.O., Paris.
10. RICHARD L., 1964. — Les études de nutrition minérale chez les végétaux. Contribution à leur méthodologie. I.R.C.T., thèse d'Ingénieur-docteur, Paris.

SUMMARY

Premature reddening of the leaves of cotton plants observed in North Benin since a number of years can be attributed to the appearance of symptoms of magnesium deficiency induced directly or indirectly by potassium fertilisers.

The study of the mineral balance sheets in the semi-intensive production systems practiced at present, as also the results of leaf and soil analyses, confirm the existence of a latent magnesium deficiency. The changes in this deficiency take place in parallel with those of the other cations.

The symptoms and the effects of such a deficiency have been reproduced in hydroponic culture and studied. An attempt has also been made to determine the critical level of the magnesium content of

the petioles and the interactions of magnesium with the other cations, namely, K^+ and Ca^{++} . It would appear that as a first approximation, the critical threshold can be situated at 0.25 to 0.30 % of magnesium in the dry matter of the petiole.

A foliar analysis investigation has shown that it is probable that there is a 12 % Mg deficiency in the fields sampled, the amount being appreciably higher in South Borgou (22 %). A $K \times Mg$ antagonism has been shown to exist in the plant.

Finally, magnesium fertilisation trials have shown that the addition of magnesia can significantly improve the response to potassium fertilisation, which in this region is often nil or negative, as the result of the induction of a latent magnesium deficiency.

RESUMEN

Ciertos enrojecimientos prematuros del follaje de los algodonereros observados desde hace algunos años en el Norte Benin, pueden ser atribuidos a la aparición de una deficiencia de magnesio, directa o inducida por la fertilización potásica.

El estudio de los balances minerales, de los sistemas de producción semi-intensivos practicados actualmente, así como los análisis de hojas y suelos, confirman la latencia de una deficiencia de magnesio, elemento cuya evolución deficitaria es paralela a la de los otros cationes.

Los síntomas y efectos de esta deficiencia en el algodonerero han sido reproducidos y estudiados en cultivo hidropónico; se ha intentado además precisar el nivel crítico de los contenidos de magnesio en los

peciolos, así como las interacciones de este elemento con los otros cationes K^+ y Ca^{++} . En primera aproximación, parece ser que el nivel crítico puede ser determinado entre 0,25 y 0,30 % de Mg en el peciolo.

Una encuesta de análisis foliar ha mostrado la probabilidad de una deficiencia de Mg en 12 % de los campos estudiados, con una acentuación de esta frecuencia en el Sur-Borgou (22 %). También se evidenció un antagonismo K/Mg al nivel de la planta.

Finalmente, pruebas de fertilización magnésica mostraron que aportaciones de magnesio podían mejorar significativamente la respuesta a la fertilización potásica, muy a menudo nula o negativa en esta región, por causa de la inducción de una deficiencia magnésica latente.